

## Beschreibung

Lichtemittierendes Halbleiterbauelement mit einer Schutzdiode

Die Erfindung betrifft eine lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldungen 102004005269.7 und 10356283.4, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Die zunehmende Miniaturisierung optoelektronischer Bauelemente und spezielle Anforderungen, insbesondere hinsichtlich des Schwellstroms und der Strahlqualität, führen dazu, daß die strahlungsemittierende aktive Fläche derartiger Bauelemente oftmals verhältnismäßig klein ausgebildet wird. Andererseits ist bekannt, daß eine verhältnismäßig kleine aktive Fläche eine erhöhte Empfindlichkeit des Bauelements gegen elektrostatische Entladungen (ESD - Electro Static Discharge) bewirkt. Derartige ESD-Spannungspulse können ein optoelektronisches Bauelement in seiner Funktion beeinträchtigen oder sogar zerstören.

Aus der US 6,185 240 B1 ist eine Vertikalresonator-Laserdiode (VCSEL - Vertical Cavity Surface Emitting Laser) bekannt, die zur Erhöhung der ESD-Festigkeit eine monolithisch auf dem Halbleitersubstrat integrierte Schutzdiode enthält. Durch einen mehrstufigen Ätzprozeß und eine geeignete Führung der Kontaktmetallisierungen ist diese Schutzdiode antiparallel zum VCSEL geschaltet, und schützt den VCSEL auf diese Weise vor ESD-Spannungspulsen, die in Sperrrichtung des pn-Übergangs des VCSEL auftreten.

Ein weiteres strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement mit verbesserter ESD-Festigkeit ist aus der DE 199 45 134 A1 bekannt. Bei diesem Bauelement ist eine monolithisch integrierte Schutzdiode dadurch realisiert, daß ein Teil des pn-Übergangs mit einem Schottky-Kontakt versehen ist. Der mit dem Schottky-Kontakt versehene Teilabschnitt ist parallel zu dem lichtemittierenden Abschnitt geschaltet und weist die gleiche Durchlaßrichtung auf. Aufgrund einer steileren Strom-Spannungs-Kennlinie erfolgt der Stromfluß bei hohen Spannungen in Durchlaßrichtung bevorzugt durch den Schutzdiodenabschnitt. Dieses Bauelement ist auf diese Weise gegen ESD-Spannungspulse in Durchlaßrichtung geschützt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein lichtemittierendes Halbleiterbauelement anzugeben, das sich durch einen verbesserten Schutz gegen ESD-Spannungspulse in Sperrrichtung des lichtemittierenden pn-Übergangs auszeichnet und mit verhältnismäßig geringem Aufwand herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird durch ein lichtemittierendes Halbleiterbauelement mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Ein lichtemittierendes Halbleiterbauelement enthält gemäß der Erfindung eine monolithisch hergestellte Halbleiterschichtenfolge, wobei ein Bereich n-dotierter Halbleiterschichten und ein Bereich p-dotierter Halbleiterschichten aufeinanderfolgen, und zwischen den Bereichen ein erster pn-Übergang ausgebildet ist, wobei der erste pn-Übergang von einem isolierenden Abschnitt in einen lichtemittierenden Abschnitt und einen Schutzdiodenabschnitt unterteilt ist. Der isolierende Abschnitt isoliert den

lichtemittierenden Abschnitt und den Schutzdiodenabschnitt in dem Bereich der p-dotierten Halbleiterschichten elektrisch voneinander. Im Bereich des Schutzdiodenabschnitts ist auf dem Bereich der p-dotierten Halbleiterschichten eine n-dotierte Schicht aufgebracht, die mit dem Bereich der p-dotierten Halbleiterschichten des lichtemittierenden Abschnitts elektrisch leitend verbunden ist und mit dem p-dotierten Bereich des Schutzdiodenabschnitts einen zweiten pn-Übergang ausbildet. Der Schutzdiodenabschnitt weist eine größere Fläche als der lichtemittierende Abschnitt auf.

Demgemäß sind im Schutzdiodenabschnitt ein erster pn-Übergang und ein zweiter pn-Übergang mit entgegengesetzter Polung in Reihe geschaltet. Diese in Reihe geschalteten pn-Übergänge sind wiederum mit dem pn-Übergang des lichtemittierenden Abschnitts parallel geschaltet. Bei einer in Durchflußrichtung des ersten pn-Übergangs angelegten Spannung, beispielsweise der Betriebsspannung des lichtemittierenden Bauelements, ist der zweite pn-Übergang im Schutzdiodenabschnitt in Sperrrichtung gepolt. Der Stromfluß erfolgt daher im wesentlichen nur durch den lichtemittierenden Abschnitt.

Wird dagegen eine Spannung in Sperrrichtung des ersten pn-Übergangs an das Halbleiterbauelement angelegt, ist der zweite pn-Übergang im Schutzdiodenabschnitt in Durchflußrichtung gepolt. Der erste pn-Übergang ist in diesem Fall sowohl im lichtemittierenden Abschnitt als auch im Schutzdiodenabschnitt in Sperrrichtung gepolt. Bei einem ESD-Spannungspuls in Sperrrichtung, der eine Durchbruchspannung des ersten pn-Übergangs übersteigt, erfolgt der Stromfluß bevorzugt durch den Schutzdiodenabschnitt, da dieser eine größere Fläche als der lichtemittierende Abschnitt aufweist.

Die Gefahr einer Beschädigung oder Zerstörung des aufgrund seiner geringen Fläche besonders empfindlichen ersten pn-Übergangs im lichtemittierenden Abschnitt wird dadurch vorteilhaft vermindert.

Unter der Fläche des ersten pn-Übergangs im Schutzdiodenabschnitt bzw. im lichtemittierenden Abschnitt wird im Rahmen der Erfindung die in der Ebene der Grenzfläche zwischen dem p-dotierten Bereich und dem n-dotierten Bereich des ersten pn-Übergangs für einen Stromfluss zwischen elektrischen Kontakten des Bauelements zur Verfügung stehende Fläche verstanden. Bei der Ermittlung dieser Flächen sollen Flächenanteile nicht berücksichtigt werden, durch die ein Stromfluss verhindert ist, beispielsweise aufgrund von zur räumlichen Strombegrenzung in der Halbleiterschichtenfolge vorgesehenen isolierenden Bereichen.

Bevorzugt ist die Fläche des ersten pn-Übergangs im Schutzdiodenabschnitt mindestens um einen Faktor 100 größer als im lichtemittierenden Abschnitt. In diesem Fall erfolgt der Stromfluß im Fall eines ESD-Spannungspulses im wesentlichen durch den Schutzdiodenabschnitt.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen lichtemittierenden Halbleiterbauelements besteht darin, daß die Schichtstruktur verhältnismäßig einfach hergestellt werden kann. Beispielsweise sind keine Ätzprozesse erforderlich, die sich von der Oberfläche der Halbleiterschichtenfolge bis zur Oberfläche des Substrats erstrecken, da der lichtemittierende Abschnitt und der Schutzdiodenabschnitt nur in dem Bereich der p-dotierten Halbleiterschichten voneinander isoliert werden müssen.

Die Emissionswellenlänge des lichtemittierenden Halbleiterbauelements ist bei der Erfindung nicht auf den sichtbaren Spektralbereich beschränkt. Die Emission kann insbesondere auch im infraroten oder ultravioletten Spektralbereich erfolgen.

Die Halbleiterschichtenfolge ist beispielsweise auf einem Halbleitersubstrat aufgebracht. Es ist aber auch möglich, daß ein ursprünglich zum Aufwachsen der Halbleiterschichtenfolge verwendetes Aufwachssubstrat abgelöst ist. Zur Kontaktierung des lichtemittierenden Bauelements ist beispielsweise eine erste Kontaktmetallisierung auf einer von der Halbleiterschichtenfolge abgewandten Seite des Halbleitersubstrats und eine zweite Kontaktmetallisierung auf Teilbereichen der dem Halbleitersubstrat gegenüberliegenden Oberfläche des lichtemittierenden Abschnitts aufgebracht.

Der isolierende Abschnitt erstreckt sich zum Beispiel von der Oberseite der Halbleiterschichtenfolge bis in den Bereich der n-dotierten Schichten. Die n-dotierten Bereiche des lichtemittierenden Abschnitts und des Schutzdiodenabschnitts sind somit zumindest teilweise nicht von dem isolierenden Abschnitt unterbrochen.

Der lichtemittierende Abschnitt kann insbesondere durch eine Vertikalresonator-Laserdiode (VCSEL) gebildet sein. Der Laserresonator des VCSEL ist beispielsweise aus einer ersten Bragg-Reflektor-Schichtenfolge und einer zweiten Bragg-Reflektor-Schichtenfolge gebildet, von denen jede eine Mehrzahl von Schichtpaaren aufweist, wobei der erste pn-Übergang zwischen den beiden Bragg-Reflektoren angeordnet ist und einer der beiden Bragg-Reflektoren für die in dem pn-Übergang erzeugte Laserstrahlung teildurchlässig ist.

Bevorzugt ist in einer der beiden Bragg-Reflektor-Schichtenfolgen mindestens eine Stromapertur vorgesehen, mit der der Stromfluß durch den aktiven Bereich des lichtemittierenden Abschnitts räumlich begrenzt wird. Mit dieser Maßnahme kann insbesondere der Strahlquerschnitt eingeengt werden und die Schwellstromdichte verringert werden.

Der isolierende Abschnitt ist zum Beispiel als Graben ausgebildet, so daß der lichtemittierende Abschnitt und der Schutzdiodenabschnitt seitlich des Grabens eine mesaförmige Struktur aufweisen. Der Graben ist beispielsweise durch einen Ätzprozeß oder durch eine mechanische Mikrostrukturierung hergestellt. Die Innenseite des Grabens ist vorteilhaft mit einer isolierenden Schicht versehen. Die zweite Kontaktmetallisierung kann in diesem Fall nach der Erzeugung des Grabens aufgebracht werden und dabei der Graben mit dem Material der zweiten Kontaktmetallisierung aufgefüllt werden, ohne daß der Graben seine isolierende Wirkung verliert.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 einen schematisch dargestellten Querschnitt durch ein lichtemittierendes Halbleiterbauelement gemäß der Erfindung und

Figur 2 ein Ersatzschaltbild des in Figur 1 dargestellten Halbleiterbauelements.

Das in Figur 1 dargestellte lichtemittierende Halbleiterbauelement ist eine Vertikalresonator-Laserdiode (VCSEL). Der VCSEL enthält ein Substrat 1, auf das eine Halbleiterschichtenfolge 2 aufgebracht ist. Die Halbleiterschichtenfolge 2 enthält einen Bereich n-dotierter Schichten 3 und einen Bereich p-dotierter Halbleiterschichten 4, zwischen denen ein erster pn-Übergang 5a,5b ausgebildet ist. Der pn-Übergang 5a,5b wird von einem isolierenden Abschnitt 6 in einen lichtemittierenden Abschnitt 7 und einen Schutzdiodenabschnitt 8 unterteilt. Die Fläche des ersten pn-Übergangs 5b im Schutzdiodenabschnitt 8 ist größer, bevorzugt um mehr als einen Faktor 100 größer, als die Fläche des ersten pn-Übergangs 5a im lichtemittierenden Abschnitt 7.

Der pn-Übergang 5a im lichtemittierenden Abschnitt 7 stellt die aktive Zone des VCSEL dar. Der Bereich n-dotierter Halbleiterschichten 3 und der Bereich p-dotierter Halbleiterschichten 4 enthalten Bragg-Reflektoren, die jeweils eine Mehrzahl reflektierender Schichtpaare (nicht dargestellt) enthalten. Die Bragg-Reflektoren bilden den Laserresonator des VCSEL. Der der Oberfläche des VCSEL zugewandte Bragg-Reflektor im Bereich der p-dotierten Halbleiterschichten 4 ist zur Auskopplung der Laserstrahlung 18 teildurchlässig ausgebildet.

Die elektrische Kontaktierung des VCSEL ist durch eine erste Kontaktmetallisierung 11 an der von der Halbleiterschichtenfolge 2 abgewandten Seite des Substrats 1 und eine zweite Kontaktmetallisierung 12 an der Oberfläche der Halbleiterschichtenfolge 2 realisiert. Die Oberfläche des lichtemittierenden Abschnitts 7 ist nur teilweise von der zweiten Kontaktmetallisierung 12 bedeckt, so daß eine Lichtaustrittsöffnung 17 verbleibt. Die Oberfläche des lichtemittierenden

Abschnitts 7 ist in diesem Bereich bevorzugt mit einer isolierenden Schicht 16 versehen, welche die Oberflächen der Halbleiterschichten insbesondere vor Oxidation oder sonstigen Umwelteinflüssen schützt.

Der Stromfluß durch den lichtemittierenden Abschnitt 7 ist vorteilhaft durch eine Stromapertur 14 auf einen zentralen Bereich 15 begrenzt. Die Stromapertur 14 kann insbesondere im Bereich der p-dotierten Halbleiterschichten 4 ausgebildet sein. Beispielsweise ist in diesem Bereich 4 eine Aluminium enthaltende Halbleiterschicht, insbesondere AlAs, vorhanden, in der Teilbereiche 14 oxidiert sind. Die oxidierten Bereiche 14 wirken isolierend, so daß der Stromfluß auf einen zentralen Bereich 15 eingeschränkt wird. Eine Stromapertur 14 kann auch im Schutzdiodenabschnitt 8 vorhanden sein. Zwar ist eine Begrenzung der für den Stromfluss zur Verfügung stehenden Fläche in diesem Abschnitt nicht erwünscht, allerdings kann eine Herstellung der Stromapertur auf beiden Seiten des Grabens 19 das Herstellungsverfahren vereinfachen. In diesem Fall sollte die Fläche der Stromapertur 14 im Schutzdiodenabschnitt 8 wesentlich größer als im lichtemittierenden Abschnitt 7 sein.

Der isolierende Abschnitt 6 ist beispielsweise als ein Graben 19, der sich von der Oberfläche der Halbleiterschichten 2 bis in den Bereich der n-dotierten Halbleiterschichten 3 erstreckt, ausgebildet. Die p-dotierten Bereiche 4 des lichtemittierenden Abschnitts 7 und des Schutzdiodenabschnitts 8 werden durch den Graben 19 voneinander getrennt und elektrisch isoliert. Der Bereich n-dotierter Halbleiterschichten 3 ist dagegen zumindest nicht vollständig von dem Graben 19 unterbrochen, so daß der lichtemittierende Abschnitt 7 und der Schutzdiodenabschnitt 8 in diesem Bereich



elektrisch miteinander verbunden sind. Der den isolierenden Abschnitt 6 bildende Graben 19 kann beispielsweise durch einen Ätzprozeß oder eine mechanische Bearbeitung hergestellt werden. Auf seiner Innenseite ist der Graben 19 vorteilhaft mit einer isolierenden Schicht 16 versehen. Dadurch wird sichergestellt, daß beim Aufbringen der zweiten Kontaktmetallisierung 12 kein Kurzschluß zwischen dem lichtemittierenden Abschnitt 7 und dem Schutzdiodenabschnitt 8 auftritt. Vor dem Aufbringen der isolierenden Schicht 16 können die Stromaperturen 14 durch einen Oxidationsprozeß von der Innenseite des Grabens 19 aus hergestellt werden.

Anstatt den isolierenden Abschnitt 6 als Graben 19 auszubilden, ist es alternativ ist es auch möglich, daß der isolierende Abschnitt 6 durch Implantation oder Diffusion eines Fremdmaterials in die Halbleiterschichtenfolge 2, oder durch eine Oxidation eines Teils der Halbleiterschichtenfolge 2 hergestellt ist.

Im Bereich des Schutzdiodenabschnitts 8 ist auf die Oberfläche des Bereichs der p-dotierten Halbleiterschichten 4 eine n-dotierte Halbleiterschicht 9 aufgebracht. Dazwischen ist ein zweiter pn-Übergang 10 ausgebildet. Auf die n-dotierte Halbleiterschicht 9 ist ein zur elektrischen Kontaktierung des VCSEL vorgesehenes Bondpad 13 aufgebracht, das mit der zweiten Kontaktmetallisierung 12 elektrisch leitend verbunden ist. Im Bereich des Schutzdiodenabschnitts 8 sind der erste pn-Übergang 5b und der zweite pn-Übergang 10 in Reihe geschaltet. Durch die erste Kontaktmetallisierung 11 und die zweite Kontaktmetallisierung 12 beziehungsweise das Bondpad 13 sind der lichtemittierende Abschnitt 7 und der Schutzdiodenabschnitt 8 parallel geschaltet.

Dies wird durch das in Figur 2 dargestellte Ersatzschaltbild verdeutlicht. Die linke Seite des Ersatzschaltbilds entspricht dem lichtemittierenden Abschnitt 7 und die rechte Seite dem Schutzdiodenabschnitt 8. Der lichtemittierende Abschnitt 7 enthält nur den ersten pn-Übergang 5a. Dieser ist auch im Schutzdiodenabschnitt 8 enthalten, wobei aber der zweite pn-Übergang 10 in entgegengesetzter Polung mit diesem in Reihe geschaltet ist.

Beim Betrieb des VCSEL liegt die Betriebsspannung an den Kontakten 20, 21 in Durchflußrichtung des ersten pn-Übergangs 5a,5b an. Der zweite pn-Übergang 10 im Schutzdiodenabschnitt 8 ist in diesem Fall in Sperrrichtung gepolt, so daß der Stromfluß im wesentlichen nur durch den lichtemittierenden Abschnitt 7 erfolgt. Bei einem ESD-Spannungspuls in Sperrrichtung des ersten pn-Übergangs 5a,5b ist der zweite pn-Übergang 10 dagegen in Durchlaßrichtung gepolt, so daß der elektrische Widerstand des Schutzdiodenabschnitts 8 im wesentlichen vom Widerstand des ersten pn-Übergangs 5b bestimmt wird. Da die Fläche des ersten pn-Übergangs 5b im Schutzdiodenabschnitt 8 größer ist als die Fläche des ersten pn-Übergangs 5a im lichtemittierenden Abschnitt 7, fließt ein durch den Spannungspuls bewirkter Sperrstrom im wesentlichen durch den ersten pn-Übergang 5b im Schutzdiodenabschnitt 8. Der zur Strahlungserzeugung vorgesehene erste pn-Übergang 5a im lichtemittierenden Abschnitt 7 wird dadurch vor einer Schädigung durch den Spannungspuls geschützt. Die Schutzwirkung ist um so besser, je größer das Verhältnis der Fläche des ersten pn-Übergangs (5a,5b) im Schutzdiodenabschnitt 8 zur Fläche im lichtemittierenden Abschnitt 7 ist.

Der erste pn-Übergang 5b im Bereich des Schutzdiodenabschnitts 8 kann in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kurzgeschlossen sein. Dies ist zum Beispiel durch eine elektrisch leitende Schicht (in Fig. 1 nicht dargestellt) möglich, die auf eine dem Schutzdiodenabschnitt 8 zugewandte Seitenflanke der Halbleiterschichtenfolge 2 aufgebracht ist und den Bereich n-dotierter Halbleiterschichten 3 und den Bereich p-dotierter Halbleiterschichten elektrisch miteinander verbindet. Im Fall eines ESD-Spannungspulses in Sperrrichtung fließt der Strom bei dieser Ausführung nicht durch den ersten pn-Übergang 5b, sondern durch die elektrisch leitende Schicht und den zweiten pn-Übergang 10. Folglich ist es bei dieser Ausführung auch nicht erforderlich, dass die Fläche des ersten pn-Übergangs 5b im Schutzdiodenabschnitt 8 größer ist als die Fläche des ersten pn-Übergangs 5a im lichtemittierenden Abschnitt 7.

Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, daß die angegebenen Leitungstypen p und n der Halbleiterschichten jeweils gegeneinander vertauscht sind. In diesem Fall sind alle in der Beschreibung genannten Leitungstypen p und n als gegeneinander ausgetauscht anzusehen.

Die Erläuterung der Erfindung anhand des Ausführungsbeispiels ist selbstverständlich nicht als Einschränkung auf dieses zu verstehen. Vielmehr umfaßt die Erfindung die offenbarten Merkmale sowohl einzeln als auch in jeder Kombination miteinander, auch wenn diese Kombinationen nicht explizit in den Ansprüchen angegeben sind.

## Patentansprüche

1. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement mit einer monolithisch hergestellten Halbleiterschichtenfolge (2), wobei ein Bereich n-dotierter Halbleiterschichten (3) und ein Bereich p-dotierter Halbleiterschichten (4) aufeinanderfolgen, und zwischen den Bereichen (3, 4) ein erster pn-Übergang (5a,5b) ausgebildet ist, wobei der erste pn-Übergang (5a,5b) von einem isolierenden Abschnitt (6) in einen lichtemittierenden Abschnitt (7) und einen Schutzdiodenabschnitt (8) unterteilt ist, dadurch gekennzeichnet, daß
  - der isolierende Abschnitt (6) den lichtemittierenden Abschnitt (7) und den Schutzdiodenabschnitt (8) in dem Bereich der p-dotierten Halbleiterschichten (4) elektrisch voneinander isoliert,
  - der Bereich der p-dotierten Halbleiterschichten (4) im Schutzdiodenabschnitt (8) auf der von dem ersten pn-Übergang (5b) abgewandten Seite mit einer n-dotierten Halbleiterschicht (9) versehen ist, die mit dem Bereich p-dotierter Halbleiterschichten (4) im Schutzdiodenabschnitt (8) einen zweiten pn-Übergang (10) ausbildet und mit dem Bereich p-dotierter Halbleiterschichten (4) im lichtemittierenden Abschnitt (7) elektrisch leitend verbunden ist, und
  - der erste pn-Übergang (5a,5b) im Schutzdiodenabschnitt (8) eine größere Fläche als im lichtemittierenden Abschnitt (7) aufweist.
2. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche des ersten pn-Übergangs (5a,5b) im

Schutzdiodenabschnitt (8) um mindestens einen Faktor 100 größer ist als im lichtemittierenden Abschnitt (7).

3. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Halbleiterschichtenfolge (2) auf ein Halbleitersubstrat (1) aufgebracht ist.
4. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
eine erste Kontaktmetallisierung (11) auf einer von der Halbleiterschichtenfolge (2) abgewandten Seite des Halbleitersubstrats (1) und eine zweite Kontaktmetallisierung (12) auf Teilbereichen einer dem Halbleitersubstrat (1) gegenüberliegenden Oberfläche der Halbleiterschichtenfolge (2) aufgebracht ist.
5. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der Bereich n-dotierter Halbleiterschichten (3) zumindest teilweise nicht von dem isolierenden Abschnitt (6) unterbrochen ist.
6. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 3 oder nach einem der Ansprüche 4 oder 5 unter Rückbezug auf Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
sich der isolierende Abschnitt (6) von einer dem Halbleitersubstrat (1) gegenüberliegenden Oberfläche der Halbleiterschichtenfolge (2) bis in den Bereich der n-

dotierten Schichten (3) erstreckt.

7. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der lichtemittierende Abschnitt (7) durch eine Vertikalresonator-Laserdiode (VCSEL) gebildet ist.
8. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste pn-Übergang (5a,5b) zwischen einer ersten Bragg-Reflektor-Schichtenfolge und einer zweiten Bragg-Reflektor-Schichtenfolge, von denen jede eine Mehrzahl von Schichtpaaren aufweist, angeordnet ist, und die beiden Bragg-Reflektor-Schichtenfolgen einen Laser-Resonator bilden, wobei eine der beiden Bragg-Reflektor-Schichtenfolgen für die in dem pn-Übergang (5a) erzeugte Laserstrahlung (18) teildurchlässig ist.
9. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in einer der beiden Bragg-Reflektor-Schichtenfolgen mindestens eine Stromapertur (14) zur räumlichen Begrenzung eines im Betrieb der Vertikalresonator-Laserdiode durch den ersten pn-Übergang (5a) im lichtemittierenden Abschnitt (7) fließenden Betriebsstroms vorgesehen ist.
10. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 4 oder nach einem der Ansprüche 5 bis 9 unter Rückbezug auf Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Kontaktmetallisierung (12) die Oberfläche des

lichtemittierenden Abschnitts derart teilweise bedeckt, daß ein unbedeckter Bereich als Lichtaustrittsöffnung (17) verbleibt.

11. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der isolierende Abschnitt (6) als Graben (19) ausgebildet ist.
12. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der lichtemittierende Abschnitt (7) und der Schutzdiodenabschnitt (8) seitlich des Grabens (19) eine mesaförmige Struktur aufweisen.
13. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Graben (19) durch Flächen begrenzt wird, die mit einer isolierenden Schicht (16) versehen sind.
14. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Graben (19) mit einem Material aufgefüllt ist, aus dem die zweite Kontaktmetallisierung (12) ausgebildet ist.
15. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der isolierende Abschnitt (6) durch einen Implantations-,

Diffusions- oder Oxidationsprozess ausgebildet ist.

16. Lichtemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
n-Dotierung und p-Dotierung der Halbleiterschichten  
gegeneinander ausgetauscht sind.





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC/DE2004/002384

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 H01S5/026 H01L27/15

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01S H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 12, 31 October 1998 (1998-10-31) -& JP 10 200159 A (ROHM CO LTD), 31 July 1998 (1998-07-31) abstract figures 1,3,6,7	1-16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 05, 30 May 1997 (1997-05-30) -& JP 09 027651 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD), 28 January 1997 (1997-01-28) abstract figures 1-6	1-16
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 February 2005

Date of mailing of the international search report

25/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sauerer, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PC 04/DE2004/002384

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 176 (E-130), 10 September 1982 (1982-09-10) -& JP 57 093591 A (HITACHI LTD), 10 June 1982 (1982-06-10) abstract figures 2,6	1-16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 05, 30 May 1997 (1997-05-30) -& JP 09 027657 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD), 28 January 1997 (1997-01-28) abstract; figure 1	1-16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 14, 5 March 2001 (2001-03-05) -& JP 2000 312033 A (NICHIA CHEM IND LTD), 7 November 2000 (2000-11-07) abstract figure 3	1-16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 103 (E-244), 15 May 1984 (1984-05-15) -& JP 59 019389 A (FUJITSU KK), 31 January 1984 (1984-01-31) abstract figure 2	1-16
A	US 6 185 240 B1 (JIANG WENBIN ET AL) 6 February 2001 (2001-02-06) cited in the application the whole document	1-16

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PC/DE2004/002384

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 10200159	A	31-07-1998	US 6054716 A	25-04-2000
JP 09027651	A	28-01-1997	NONE	
JP 57093591	A	10-06-1982	NONE	
JP 09027657	A	28-01-1997	NONE	
JP 2000312033	A	07-11-2000	JP 3348843 B2 JP 2002335012 A	20-11-2002 22-11-2002
JP 59019389	A	31-01-1984	NONE	
US 6185240	B1	06-02-2001	DE 69909343 D1 DE 69909343 T2 EP 0933842 A2	14-08-2003 12-02-2004 04-08-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PC/DE2004/002384

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01S5/026 H01L27/15

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01S H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 12, 31. Oktober 1998 (1998-10-31) -& JP 10 200159 A (ROHM CO LTD), 31. Juli 1998 (1998-07-31) Zusammenfassung Abbildungen 1,3,6,7	1-16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1997, Nr. 05, 30. Mai 1997 (1997-05-30) -& JP 09 027651 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD), 28. Januar 1997 (1997-01-28) Zusammenfassung Abbildungen 1-6	1-16
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Februar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/02/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sauerer, C

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PC 17 DE 2004/002384

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 006, Nr. 176 (E-130), 10. September 1982 (1982-09-10) -& JP 57 093591 A (HITACHI LTD), 10. Juni 1982 (1982-06-10) Zusammenfassung Abbildungen 2,6	1-16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1997, Nr. 05, 30. Mai 1997 (1997-05-30) -& JP 09 027657 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD), 28. Januar 1997 (1997-01-28) Zusammenfassung; Abbildung 1	1-16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 14, 5. März 2001 (2001-03-05) -& JP 2000 312033 A (NICHIA CHEM IND LTD), 7. November 2000 (2000-11-07) Zusammenfassung Abbildung 3	1-16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 008, Nr. 103 (E-244), 15. Mai 1984 (1984-05-15) -& JP 59 019389 A (FUJITSU KK), 31. Januar 1984 (1984-01-31) Zusammenfassung Abbildung 2	1-16
A	US 6 185 240 B1 (JIANG WENBIN ET AL) 6. Februar 2001 (2001-02-06) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-16

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002384

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 10200159	A	31-07-1998	US 6054716 A	25-04-2000
JP 09027651	A	28-01-1997	KEINE	
JP 57093591	A	10-06-1982	KEINE	
JP 09027657	A	28-01-1997	KEINE	
JP 2000312033	A	07-11-2000	JP 3348843 B2 JP 2002335012 A	20-11-2002 22-11-2002
JP 59019389	A	31-01-1984	KEINE	
US 6185240	B1	06-02-2001	DE 69909343 D1 DE 69909343 T2 EP 0933842 A2	14-08-2003 12-02-2004 04-08-1999